

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-336795

(43)Date of publication of application : 07.12.1999

(51)Int.CI.

F16D 27/112  
F16C 19/16

(21)Application number : 10-125769

(71)Applicant : NACHI FUJIKOSHI CORP

(22)Date of filing : 08.05.1998

(72)Inventor : TAKADA TAKASHI  
AZUMA KAZUO

(30)Priority

Priority number : 09154339  
10 98166

Priority date : 29.05.1997  
27.03.1998

Priority country : JP

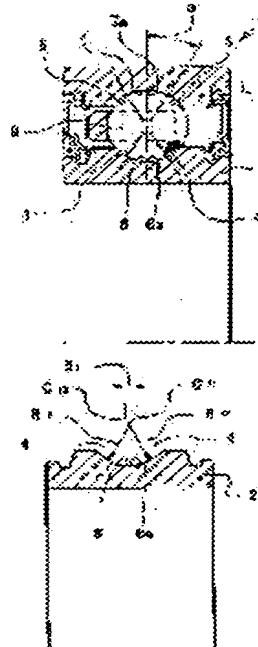
JP

## (54) BEARING FOR ELECTROMAGNETIC CLUTCH

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a bearing for an electromagnetic clutch which is inexpensive and compact as well as with little inclination even when receiving a radial load and a bending moment load and capable of high speed rotation.

**SOLUTION:** A four-point contact single row ball bearing in which an inner ring 2 and an outer ring 3 are respectively integrated and curvature radii  $R_{i1}$ ,  $R_{i2}$  of cross-sections of respective raceway surfaces 4, 5 of the inner ring and the outer ring are made symmetrical with centers 6, 7 of raceway grooves as their boundary is used. The curvature radius is made 51.5–55% of dimensions of a steel ball 8, positions of curvature centers  $C_{i1}$ ,  $C_{i2}$  of the inner ring and the outer ring are respectively the same in the diametrical direction of the bearing and crossed at a distance  $S_i$  of 0.8–5.7% of the steel ball dimensions against a center in the axial direction of the raceway, contact angles of the steel ball and the outer ring and the steel ball and the inner ring are made 15–35 degrees, a non-contact part or a groove of 5–20% width of the steel ball dimensions is provided on a raceway surface bottom part, and the raceway surface is super-finished except for the non-contact part or the groove.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-336795

(43)公開日 平成11年(1999)12月7日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

F 16 D 27/112  
F 16 C 19/16

識別記号

F I

F 16 D 27/10  
F 16 C 19/16

3 4 1 V

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平10-125769

(22)出願日 平成10年(1998)5月8日

(31)優先権主張番号 特願平9-154339

(32)優先日 平9(1997)5月29日

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(31)優先権主張番号 特願平10-98166

(32)優先日 平10(1998)3月27日

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000005197

株式会社不二越

富山県富山市不二越本町一丁目1番1号

(72)発明者 高田 隆

富山県富山市不二越本町一丁目1番1号

株式会社不二越内

(72)発明者 東 一夫

富山県富山市不二越本町一丁目1番1号

株式会社不二越内

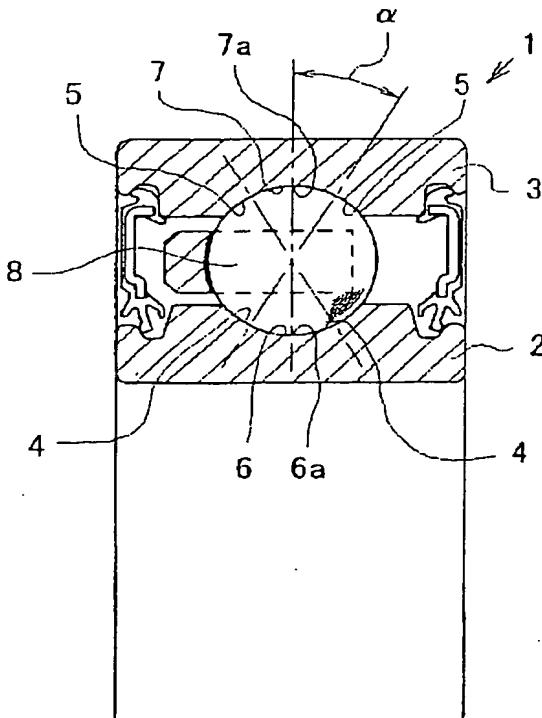
(74)代理人 弁理士 河内 潤二

(54)【発明の名称】 電磁クラッチ用軸受

(57)【要約】

【課題】 ラジアル荷重と、曲げモーメント荷重とを受けても傾きが少なく、高速回転が可能で、かつ安価でコンパクトな電磁クラッチ用軸受を提供。

【解決手段】 内輪2及び外輪3はそれぞれ一体にされ、内輪、外輪のそれぞれの軌道面4、5の断面の曲率半径R<sub>i1</sub>、R<sub>i2</sub>、R<sub>e1</sub>、R<sub>e2</sub>は軌道溝の中心6、7を境界にして対称にされた4点接触の単列玉軸受を用いる。曲率半径は鋼球8の寸法の51.5~55%とし、内輪、外輪の曲率中心C<sub>i1</sub>、C<sub>i2</sub>、C<sub>e1</sub>、C<sub>e2</sub>位置はそれぞれ軸受の径方向は同一で、軌道の軸方向中心に対して鋼球寸法の0.8~5.7%の距離S<sub>i</sub>、S<sub>e</sub>で交差させ、かつ、鋼球と外輪及び鋼球と内輪との接触角を15~35度とし、軌道面底部に鋼球寸法の5~20%幅の非接触部又は溝を設け、非接触部又は溝を除いて軌道面を超仕上げする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内輪が軸に固定され、外輪がベルト車と一緒に回転可能に取り付けられ、掛けられたベルトによるラジアル荷重と、ベルト車の軸方向に接触又は離間させることによって回転力を伝達するようにされた電磁クラッチによるスラスト荷重と、ベルト車と軸受の軸方向中心のずれのために発生する曲げモーメント荷重と、を受けるようにされた電磁クラッチ用軸受において、該軸受は外輪及び内輪はそれぞれ一体にされ、内輪、外輪のそれぞれの軌道面の断面の曲率半径が軌道面底部の中心を境界にして対称にされた4点接触の単列玉軸受であつて、前記曲率半径は鋼球寸法の51.5～55%とし、外輪、内輪の曲率中心位置はそれぞれ軸受の径方向は同一で、軸方向に前記軌道面底部の中心に対して鋼球寸法の0.8～5.7%の距離で交差するようにされ、かつ、鋼球と外輪及び鋼球と内輪との接触角が15度～35度とされていることを特徴とする電磁クラッチ用軸受。

【請求項2】 前記外輪及び内輪の軌道面底部は鋼球とは接することのない鋼球寸法の5～20%の幅で軌道面の交差部が曲線で連結された非接触部を有し、かつ、少なくとも前記非接触部を除く軌道面が超仕上げされていることを特徴とする請求項1記載の電磁クラッチ用軸受。

【請求項3】 前記外輪及び内輪の非接触部は溝加工されており、該溝幅は鋼球寸法の5～20%とされ、軌道面が超仕上げされていることを特徴とする請求項2記載の電磁クラッチ用軸受。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、カーエアコンのコンプレッサーと電磁クラッチの回転支持部に用いられる外輪が回転し、かつベルトによるラジアル荷重と電磁クラッチによるスラスト荷重を受け、さらには、軸方向に回転モーメントを受ける軸受に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 カーエアコンのコンプレッサーは図8に示すように、エンジン動力が図示しないエンジンクランクプーリー、ベルトにより電磁クラッチプーリー31に伝達される。伝達された駆動力をコンプレッサー32の回転軸33端部33aに形成された円盤34と円盤に取り付けられたアーマチュア35と電磁クラッチプーリー31の端部に形成された摩擦板36を電磁コイル(ヨーク)37の電磁力により吸着させ、エンジン駆動力をコンプレッサー回転軸33に伝達させてコンプレッサーを駆動するようになっている。コンプレッサー回転軸33を囲むようにしてコンプレッサーカバー38から突出した固定軸38aに内輪39を固定された軸受40が設けられ、該軸受の外輪41が電磁クラッチプーリー31の凹部31aに嵌合され、内輪39に対して電磁クラッチ

プーリー31が回転支持可能にされている。

【0003】かかる構成において、軸受40にはベルトの張力によりラジアル荷重が負荷され、電磁クラッチ作動時にはさらにスラスト荷重が加わる。また、多くの場合エンジン周り補機の配置の制限より電磁クラッチブーリー31と軸受40の相互の軸方向中心位置がずれており、このずれにより軸受にはモーメント荷重が負荷される。このモーメント荷重により軸受40には外輪41と内輪39に相対的傾きが発生する。そして、この傾きが

10 大きい場合には、アーマチュア35と摩擦板36との軸方向すきまGが変化する。この軸方向すきまGが大きい場合はヨーク37の電磁力による吸着力が弱くなりアーマチュア35と摩擦板36の結合ができず、又は弱く滑りが発生し回転をコンプレッサー32に伝達できず、また、ヨーク、アーマチュア間の発熱の原因となる。逆に、軸方向すきまGが小さすぎる場合は、アーマチュア35と摩擦板36の一部が常時接触し擦れ合うため発熱や摩耗による故障の原因となる。

## 【0004】

20 【発明が解決しようとする課題】 例えば、ベルトより発生するラジアル荷重と曲げモーメント荷重を同時に負荷された時の軸受の傾きは0.3度以下が要求され、さらに、回転数も10,000rpm前後の高速回転が要求される。そこで、電磁クラッチ用軸受40においては、電磁クラッチブーリー31と軸受40の相互の軸方向中心位置のずれにより発生するモーメント荷重を受けた時の軸受の傾きを小さくするために、複列アンギュラ玉軸受又は2個の単列ラジアル玉軸受を組み合わせて使用されている。しかしながら、かかる複列アンギュラ玉軸受又は2個の単列ラジアル玉軸受を組み合わせた軸受は、軸方向の寸法が大きく、また、軸受のコストも高いという問題があった。

30 【0005】一方、小型化、コストダウンのために、軸方向変位のすくない3点又は4点等の多点接触軸受の使用が考えられるが、一般に多点接触軸受はスラスト荷重を受けるような場合に使用されラジアル荷重を受け、さらに、曲げモーメント荷重を受け、高速回転する電磁クラッチ用軸受に使用された例はなかった。

## 【0006】本発明の課題は、かかる電磁クラッチ用軸受において、多点接触軸受を用い、傾きが少なく、高速回転が可能で、かつ安価でコンパクトな電磁クラッチ用軸受を提供することにある。

## 【0007】

40 【課題を解決するための手段】 本発明は、4点接触玉軸受にすることにより、ラジアル荷重、曲げモーメントを支持することはできるが、4点接触玉軸受は荷重がかかった場合、鋼球が軸回りの公転と、軸とは方向が異なる自転(スピンドル)をするため、鋼球が内外輪転動面に対して大きな滑りを生じる。そこで、この滑りがラジアル荷重及び曲げモーメント荷重に対して発生が極小となるよ

うにすればよい。そのためには、内輪、外輪のそれぞれの軌道面の断面の曲率半径は軌道面底部の中心を境界にして対称にし、さらに、曲率半径を鋼球寸法の51.5～55%とすることにより鋼球と内外輪転動面に発生する接触面圧を小さくでき滑りによる発熱を低減できる。さらに、外輪、内輪の曲率中心位置をそれぞれ軸受の径方向で同一とし、軸方向に前記溝底の中心に対して鋼球寸法の0.8～5.7%の距離で交差させると、鋼球と内外輪転動面の接触部に鋼球のスピンドルを止める力が発生し、かつ、鋼球と外輪及び鋼球と内輪との接触角を15度～35度と小さくすることにより、鋼球に発生するスピンドルメントが小さくなり、負荷がかかった場合の鋼球の内外輪転動面に対する滑りを極小にすることを知得した。

【0008】かかる知得によって、本発明においては、内輪が軸に固定され、外輪がベルト車と一体に回転可能に取付られ、掛けられたベルトによるラジアル荷重と、ベルト車の軸方向に接触又は離間させることによって回転力を伝達するようにされた電磁クラッチによるアキシャル荷重と、ベルト車と軸受の軸方向中心のずれのために発生する曲げモーメント荷重とを受けるようにされた軸受において、軸受は外輪及び内輪はそれぞれ一体にされ、内輪、外輪のそれぞれの軌道面の断面の曲率半径は軌道面底部の中心を境界にして対称にされた4点接触の単列玉軸受であって、曲率半径は鋼球寸法の51.5～55%とし、外輪、内輪の曲率中心位置はそれぞれ軸受の径方向は同一で、軸方向に軌道面底部の中心に対して、鋼球寸法の0.8～5.7%の距離で交差するようになされ、かつ、鋼球と外輪及び鋼球と内輪との接触角が15度～35度とする電磁クラッチ用軸受を提供することにより上記課題を解決した。

【0009】より好ましくは、外輪、内輪の曲率中心位置はそれぞれ軸受の径方向は同一で、軸方向に軌道面底部の中心に対して、鋼球寸法の1.0～5.7%の距離で交差するようにされ、かつ、鋼球と外輪及び鋼球と内輪との接触角が20度～35度がよい。

【0010】さらに、高速回転においては、外輪及び内輪軌道面の粗さが悪い場合グリース等での潤滑が不十分となり、鋼球と軌道面の一部でミクロ的な金属接触を発生し、軸受の焼き付き破損に至るので、外輪及び内輪の軌道面の粗さを平滑にする必要がある。そこで、本発明においては、外輪及び内輪の軌道面底部に鋼球とは接すことのない鋼球寸法の5～20%の幅で軌道面の交差部が曲線で連結された非接触部を設け、かつ、少なくともこの非接触部を除く軌道面を超仕上げするようにした。本発明の軌道面を超仕上げする場合に、軌道面底部にわずかに超仕上げ加工の砥石が当たらない部分が生じるが、この部分は、接触部より狭いので、結局、超仕上げできない部分は鋼球との接触は発生せず、軸受性能への影響はない。

【0011】非接触部は超仕上げは不要であるので、最初から溝加工としてもよい。そこで、請求項3においては、外輪及び内輪の非接触部を溝加工し、この溝幅は鋼球寸法の5～20%とし、軌道面を超仕上げするようにした。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について、説明する。図1は本発明の電磁クラッチ用軸受が取り付けられたコンプレッサーの縦断面図、図2は本発明の4点

10 接触玉軸受の上半分断面図、図3は本発明の4点接触玉軸受の外輪の上半分断面図、図4は本発明の4点接触玉軸受の内輪の上半分断面図である。図1に示すようにコンプレッサー本体11から回転自在に突出されたコンプレッサー12を駆動する駆動軸13の先端13aに回転円盤14が設けられ回転円盤のコンプレッサー寄りに円盤状のアーマチュア（電機子）15が取付けられている。駆動軸13を取り囲むように本体11に固定された円筒軸11aが突出しており、円筒軸には4点接触玉軸受1の内輪2が固定されている。4点接触玉軸受1の外輪3には外周16aにベルトが掛け渡され回転力が伝達可能にされたブーリ16が取付けられている。ブーリ16の反本体側にはアーマチュア15と接触して摩擦伝達可能にされた摩擦板17が設けられている。摩擦板面17aとアーマチュア面15aとは微少隙間Gで対向するようにされている。

20 【0013】ブーリ外周16aと内周16bの間に凹部16cが設けられ、該凹部に銅線が巻き回されたヨーク（電機子枠）18がブーリ16と接触しないように没入して本体11側に固定され、ヨークに電流を流すと磁界が発生し、アーマチュア15をヨーク側に引きつけ、摩擦板17と押圧接触させ、ブーリの回転力を摩擦板17、アーマチュア15、回転円盤14、駆動軸13を介して伝達させコンプレッサー12を駆動するようにされている。

#### 【0014】

【実施例】（実施例1）本発明の4点接触玉軸受1を第1実施例により、説明すると、図2乃至図4に示すように、内輪2及び外輪3は一体形で、各々の軌道面4、5の断面形状は軌道面底部6、7の中心6a、7aを境界にして同じ曲率半径3.51mm( $R_{i1}$ ,  $R_{i2}$ )及び3.58mm( $R_{e1}$ ,  $R_{e2}$ )で各々2つの曲率中心 $C_{i1}$ ,  $C_{i2}$ ,  $C_{e1}$ ,  $C_{e2}$ を有している。内輪2、外輪3各々軌道面4、5の2つの曲率中心 $C_{i1}$ ,  $C_{i2}$ ,  $C_{e1}$ ,  $C_{e2}$ の位置は軸受の径方向では41.254mm( $C_{i1}$ ,  $C_{i2}$ )及び40.620mm( $C_{e1}$ ,  $C_{e2}$ )とされ軸方向に鋼球寸法の1.4%( $S_i$ )及び2.1%( $S_e$ )の距離で交差したゴシックアーチ形状とされている。なお、内輪曲率半径 $R_{i1}$ と $R_{i2}$ 、外輪曲率半径 $R_{e1}$ と $R_{e2}$ はそれぞれ同じ曲率半径にされている。また、50 鋼球8と内輪2及び外輪3との接触角 $\alpha$ は20度とされ

ている。内輪2と外輪3の曲率半径 $R_{i1}$ 、 $R_{i2}$ 、 $R_{e1}$ 、 $R_{e2}$ は鋼球8の寸法の5.2% ( $R_{i1}$ 、 $R_{i2}$ ) 及び5.3% ( $R_{e1}$ 、 $R_{e2}$ ) にされている。

【0015】また、内輪2及び外輪3の軌道面4、5の底部6、7(幅寸法は鋼球8の寸法の10%以内)の非接触部を除き、軌道面4、5には超仕上げを行い、その表面粗さは $0.8 \mu\text{m} R_z$ 以下とされている。なお、鋼球寸法は直径6.747mmである。また、底部は全体を非接触部となるようにしてもよいし、一部でもよい。

【0016】かかる構成によれば、4点接触玉軸受に、ラジアル及び曲げモーメント荷重がかからても、軌道面4、5と鋼球8とが接触回転する位置が図2に示すような4点対象位置となり、曲げモーメントに対しても傾きが少なく、また、すべりも少なく、焼き付くことがない。

【0017】上述した本発明の4点接触玉軸受にカーエアコン電磁クラッチと同様な試験荷重を加え、ベンチテストを実施した。

#### 【0018】1. 軸受の傾き試験

(a) 試験軸受  $\phi 52 \times \phi 30 \times 14$

(b) 試験条件 ラジアル荷重  $50 \sim 150 \text{kgf}$   
モーメント荷重  $250 \sim 1,500 \text{kgf-mm}$

の条件で、軸受の傾き試験をした。その結果、傾きは0.22度と要求の0.3度以下の小さな傾きであり良好な結果を確認した。

#### 【0019】2. 高速耐久試験

(a) 試験軸受  $\phi 52 \times \phi 30 \times 14$

(b) 試験条件 ラジアル荷重  $140 \text{kgf}$   
モーメント荷重  $700 \text{kgf-mm}$

外輪回転数  $9,000 \text{rpm}$

次に、上記条件で高速耐久試験を行った。この結果、寿命は $4.3 \times 10^8$ 回転となり、今までの4点接触玉軸受の場合の計算寿命 $6.9 \times 10^7$ 回転の6倍の寿命を得ることができ、本発明の電磁クラッチ用軸受は高速回転性能、耐久性能が充分であることが確認された。

【0020】(実施例2) 次に本発明の第2実施例について述べる。第2実施例の電磁クラッチ用軸受が取りつけられたコンプレッサーは図1に示した第1実施例と同様である。図5は第2実施例の4点接触玉軸受の上半分断面図、図6は第2実施例の4点接触玉軸受の外輪の上半分断面図、図7は第2実施例の4点接触玉軸受の内輪の上半分断面図である。第1実施例の軌道面底部の非接触部が円弧及び円弧が交差されているのに対し、第2実施例においては、溝が加工されている点で異なる。その他については、第1実施例と同様なので同符号を付し説明の一部を省略する。

【0021】本発明の第2実施例の4点接触玉軸受1を説明すると、図5乃至図7に示すように、内輪2及び外輪3は一体形で、各々の軌道面4、5の断面形状は溝2

6、27の中心26a、27aを境界にして同じ曲率半径3.51mm ( $R_{i1}$ 、 $R_{i2}$ ) 及び3.58mm

( $R_{e1}$ 、 $R_{e2}$ ) で各々2つの曲率中心 $C_{i1}$ 、 $C_{i2}$ 、 $C_{e1}$ 、 $C_{e2}$ を有している。内輪2、外輪3各々軌道面4、5の2つの曲率中心 $C_{i1}$ 、 $C_{i2}$ 、 $C_{e1}$ 、 $C_{e2}$ の位置は軸受の径方向では41.245mm ( $C_{i1}$ 、 $C_{i2}$ ) 及び40.633mm ( $C_{e1}$ 、 $C_{e2}$ ) とされ軸方向に鋼球寸法の1.7% ( $S_i$ ) 及び2.5% ( $S_e$ ) の距離で交差したゴシックアーチ形状とされている。なお、内輪曲率半径 $R_{i1}$ と $R_{i2}$ 、外輪曲率半径 $R_{e1}$ と $R_{e2}$ はそれぞれ同じ曲率半径にされている。また、鋼球8と内輪2及び外輪3との接触角 $\alpha$ は25度とされている。内輪2と外輪3の曲率半径 $R_{i1}$ 、 $R_{i2}$ 、 $R_{e1}$ 、 $R_{e2}$ は鋼球8の寸法の5.2% ( $R_{i1}$ 、 $R_{i2}$ ) 及び5.3% ( $R_{e1}$ 、 $R_{e2}$ ) にされている。

【0022】また、内輪2及び外輪3の軌道面4、5の底部に形成された溝26、27の幅寸法 $B_i$ 、 $B_e$ は鋼球8の寸法の10%にされている。軌道面4、5には超仕上げを行い、その表面粗さは $0.8 \mu\text{m} R_z$ 以下とされている。なお、鋼球寸法は直径6.747mmである。

【0023】かかる構成によれば、4点接触玉軸受に、ラジアル及び曲げモーメント荷重がかからても、軌道面4、5と鋼球8とが接触回転する位置が図5に示すような4点対称位置となり、曲げモーメントに対しても傾きが少なく、また、すべりも少なく、焼き付くことがない。

【0024】この第2実施例のおいてもカーエアコン電磁クラッチと同様な試験荷重を加え、ベンチテストを実施した。

#### 【0025】1. 軸受の傾き試験

(a) 試験軸受  $\phi 52 \times \phi 30 \times 14$

(b) 試験条件 ラジアル荷重  $50 \sim 150 \text{kgf}$   
モーメント荷重  $250 \sim 1,500 \text{kgf-mm}$

の条件で、軸受の傾き試験をした。その結果、傾きは0.17度と要求の0.3度以下の小さな傾きであり良好な結果を確認した。

#### 【0026】2. 高速耐久試験

(a) 試験軸受  $\phi 52 \times \phi 30 \times 14$

(b) 試験条件 ラジアル荷重  $140 \text{kgf}$   
モーメント荷重  $700 \text{kgf-mm}$

外輪回転数  $9,000 \text{rpm}$

次に、上記条件で高速耐久試験をおこなった。この結果、寿命は $3.9 \times 10^8$ 回転となり、今までの4点接触玉軸受の場合の計算寿命 $7.1 \times 10^7$ 回転の5倍の寿命を得ることができ、本発明の電磁クラッチ用軸受は高速性能、耐久性能が充分であることが確認された。

#### 【0027】

【発明の効果】本発明によれば、4点接触単列玉軸受の外輪及び内輪をそれぞれ一体に内輪、外輪のそれぞれの軌道面の断面の曲率半径は軌道底部中心を境界にして対

称にされ、曲率半径は鋼球寸法の51.5~55%とし、外輪、内輪の曲率中心位置はそれぞれ軸受の径方向は同一で、軸方向に前記軌道底の中心に対して鋼球寸法の0.8~5.7%の距離で交差するようにされ、かつ、鋼球と外輪及び鋼球と内輪との接触角が15度~35度とすることによって、ラジアル荷重及び曲げモーメントがかからっても、軸受の傾きが少ない電磁クラッチに使用可能な電磁クラッチ用軸受を提供するものとなった。

【0028】さらに外輪及び内輪の軌道面底部は鋼球とは接することのない鋼球寸法の5~20%の幅で軌道面の交差部が曲線で連結された非接触部又は溝を有し、かつ、少なくとも非接触部又は溝を除く軌道面を超仕上げするので、高速回転が可能になった。

【0029】また、軌道面底の非接触部又は溝を超仕上げしなくてもよいので、超仕上げを外輪及び内輪の軌道の左側半分、右側半分と別々に超仕上げすることなく、1工程で加工することが可能となり、コスト低減が可能となった。

【0030】かかる構成により、電磁クラッチ用4点接触単列玉軸受を用いるので従来の軸受より軸受の幅寸法を約1/2と大幅に小さくすることが可能となり、さらにカーエアコンユニットとしてもコンパクトとなり、大幅なコスト低減が可能となった。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電磁クラッチ用軸受が取りつけられたコンプレッサーの縦断面図である。

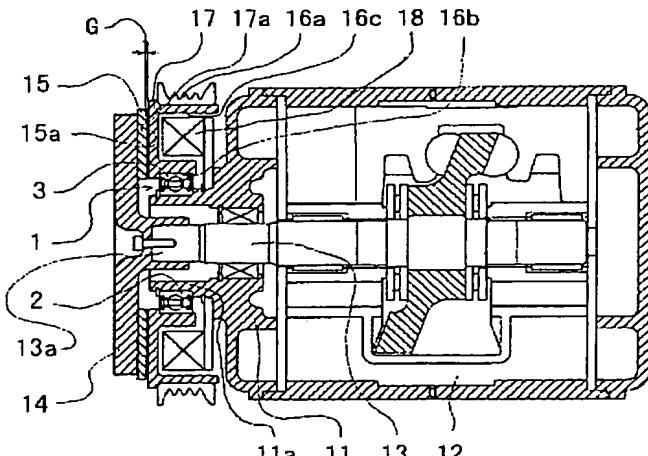
【図2】本発明の第1実施例である4点接触玉軸受の上半分断面図である。

【図3】本発明の第1実施例である4点接触玉軸受の外輪の上半分断面図である。

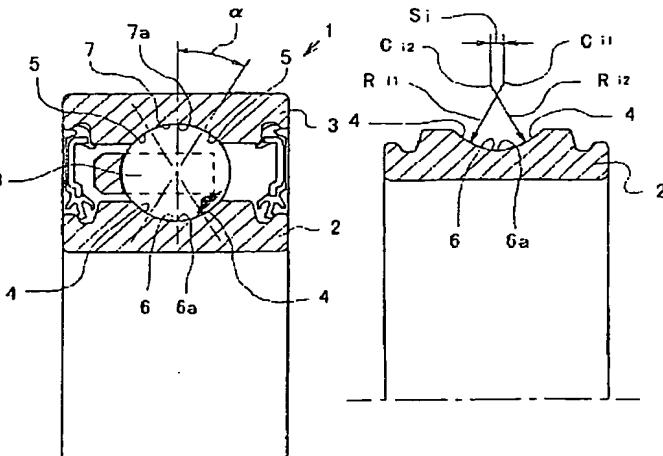
【図4】本発明の第1実施例である4点接触玉軸受の内

- 10 1 4点接触(単列)玉軸受  
 2 内輪  
 3 外輪  
 4 内輪軌道面  
 5 外輪軌道面  
 6 内輪軌道面底部  
 6a 内輪軌道面底部の中心  
 7 外輪軌道面底部  
 7a 外輪軌道面底部の中心  
 8 鋼球  
 20 13 駆動軸  
 16 ベルト車(ブーリ)  
 26 内輪溝  
 26a 内輪溝の中心  
 27 外輪溝  
 27a 外輪溝の中心  
 Ci1, Ci2 内輪曲率中心  
 Ce1, Ce2 外輪曲率中心  
 Ri1, Ri2 内輪曲率半径  
 Re1, Re2 外輪曲率半径  
 30 Si 内輪曲率中心間距離  
 Se 外輪曲率中心間距離  
 α 接触角

【図1】

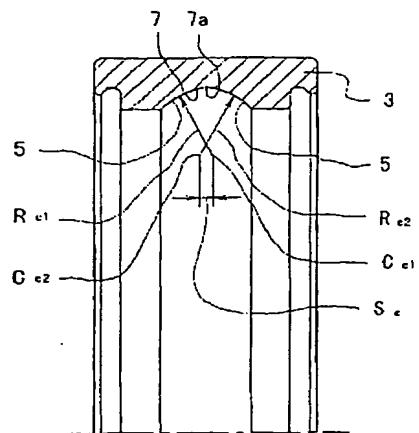


【図2】

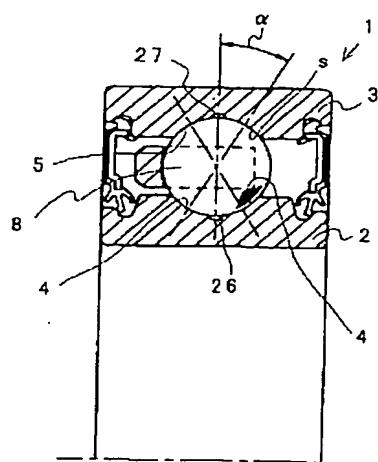


【図4】

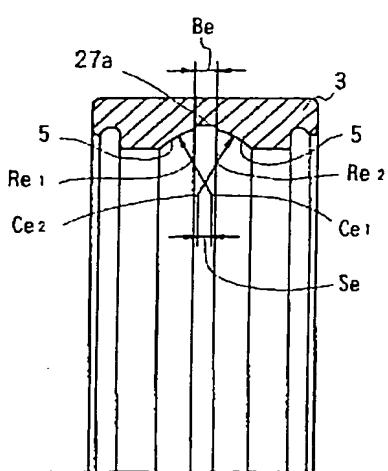
【図3】



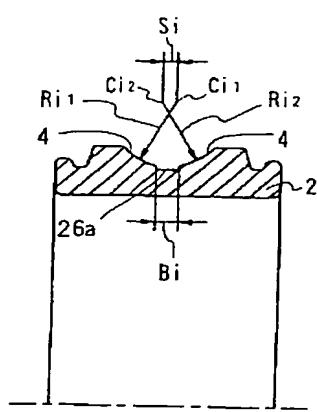
【図5】



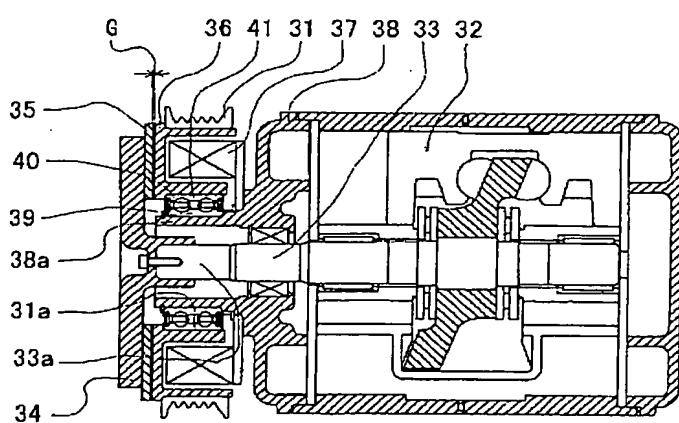
【図6】



【図7】



【図8】



BEST AVAILABLE COPY